PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : F01D 5/08, F02C 7/18

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 98/13584**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. April 1998 (02.04.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02059

(22) Internationales Anmeldedatum: 12. September 1997 (12.09.97)

(30) Prioritätsdaten:
196 39 624.7 26. September 1996 (26.09.96) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: GROSS, Heinz–Jürgen [DE/DE]; Karlsruher Strasse 94/96, D–45478 Mülheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

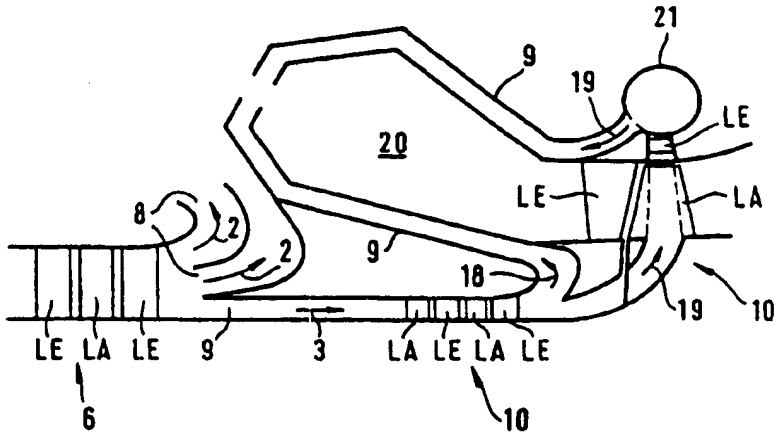
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: METHOD OF COMPENSATING PRESSURE LOSS IN A COOLING AIR GUIDE SYSTEM IN A GAS TURBINE PLANT

(54) Bezeichnung: KOMPENSATION DES DRUCKVERLUSTES EINER KÜHLLUFTFÜHRUNG IN EINER GASTURBINENANLAGE

(57) Abstract

The invention concerns an energetically advantageous method of cooling a component in a gas turbine plant and a gas turbine plant designed according to the invention. After compression by a compressor (6) in the gas turbine plant, a partial air mass flow (3) is branched off a main air mass flow (2) and is guided in a closed duct (9) to the component to be cooled, the partial air mass flow (3) being subjected, independently of the main air mass flow (2), to additional compression which is carried out using the rotational energy of a turbomachine shaft of the gas turbine plant. To that end, according to the invention, a correspondingly designed gas turbine plant comprises a secondary compressor (10). The invention is suitable in particular for use in stationary gas turbine plants.



BEST AVAILABLE COPY

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :
F01D 5/08, F02C 7/18

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/13584

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. April 1998 (02.04.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02059

(22) Internationales Anmeldedatum: 12. September 1997 (12.09.97)

(30) Prioritätsdaten:
196 39 624.7 26. September 1996 (26.09.96) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: GROSS, Heinz–Jürgen [DE/DE]; Karlsruher Strasse 94/96, D–45478 Mülheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

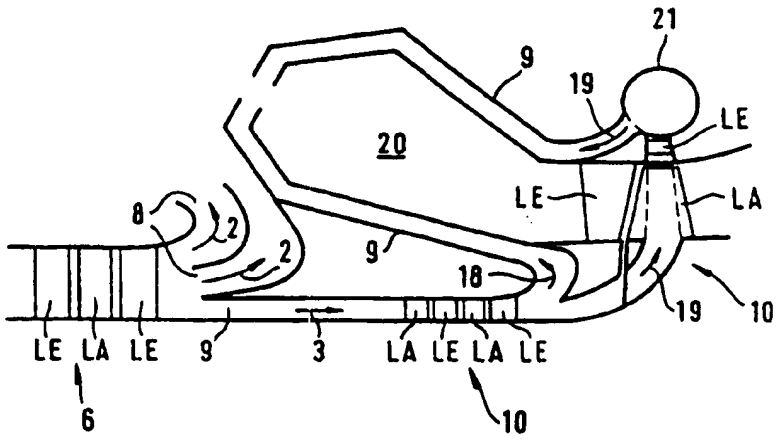
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: METHOD OF COMPENSATING PRESSURE LOSS IN A COOLING AIR GUIDE SYSTEM IN A GAS TURBINE PLANT

(54) Bezeichnung: KOMPENSATION DES DRUCKVERLUSTES EINER KÜHLLUFTFÜHRUNG IN EINER GASTURBINENANLAGE

(57) Abstract

The invention concerns an energetically advantageous method of cooling a component in a gas turbine plant and a gas turbine plant designed according to the invention. After compression by a compressor (6) in the gas turbine plant, a partial air mass flow (3) is branched off a main air mass flow (2) and is guided in a closed duct (9) to the component to be cooled, the partial air mass flow (3) being subjected, independently of the main air mass flow (2), to additional compression which is carried out using the rotational energy of a turbomachine shaft of the gas turbine plant. To that end, according to the invention, a correspondingly designed gas turbine plant comprises a secondary compressor (10). The invention is suitable in particular for use in stationary gas turbine plants.



PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : F01D 5/08, F02C 7/18 — A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/13584

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. April 1998 (02.04.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02059

(22) Internationales Anmeldedatum: 12. September 1997 (12.09.97)

(30) Prioritätsdaten:
196 39 624.7 26. September 1996 (26.09.96) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: GROSS, Heinz–Jürgen [DE/DE]; Karlsruher Strasse 94/96, D–45478 Mülheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

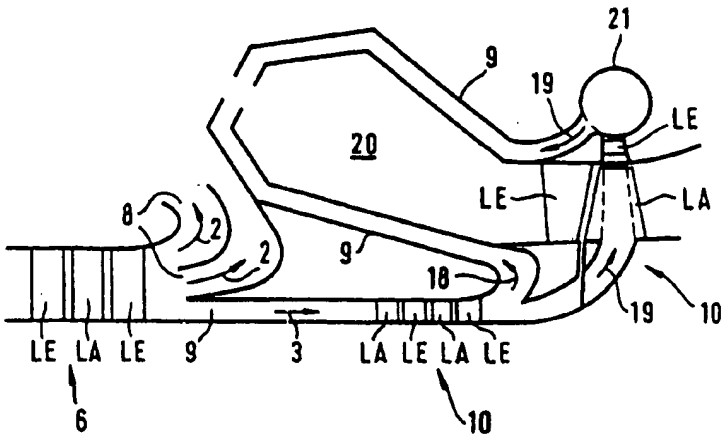
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: METHOD OF COMPENSATING PRESSURE LOSS IN A COOLING AIR GUIDE SYSTEM IN A GAS TURBINE PLANT

(54) Bezeichnung: KOMPENSATION DES DRUCKVERLUSTES EINER KÜHLLUFTFÜHRUNG IN EINER GASTURBINENANLAGE

(57) Abstract

The invention concerns an energetically advantageous method of cooling a component in a gas turbine plant and a gas turbine plant designed according to the invention. After compression by a compressor (6) in the gas turbine plant, a partial air mass flow (3) is branched off a main air mass flow (2) and is guided in a closed duct (9) to the component to be cooled, the partial air mass flow (3) being subjected, independently of the main air mass flow (2), to additional compression which is carried out using the rotational energy of a turbomachine shaft of the gas turbine plant. To that end, according to the invention, a correspondingly designed gas turbine plant comprises a secondary compressor (10). The invention is suitable in particular for use in stationary gas turbine plants.



(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein energetisch günstiges Verfahren zur Kühlung eines Bauteiles einer Gasturbinenanlage sowie eine erfindungsgemäß gestaltete Gasturbinenanlage. Ein Luftteilmassenstrom (3) wird nach Verdichtung durch einen Verdichter (6) der Gasturbinenanlage von einem Lufthauptmassenstrom (2) abgezweigt und in einem geschlossenen Kanal (9) zu einem zu kühlenden Bauteil geführt. Der Luftteilmassenstrom (3) erfährt dabei unabhängig vom Lufthauptmassenstrom (2) eine zusätzliche Verdichtung, die unter Ausnutzung der Rotationsenergie einer Turbomaschinenwelle der Gasturbinenanlage erfolgt. Eine entsprechend ausgestaltete Gasturbinenanlage weist daher erfindungsgemäß einen Nachverdichter (10) auf. Die Erfindung eignet sich besonders zum Einsatz in stationären Gasturbinenanlagen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Kompensation des Druckverlustes einer Kühlluftführung in einer Gasturbinenanlage

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kühlung eines Bauteiles einer Gasturbinenanlage sowie eine entsprechende Gasturbinenanlage. Die Gasturbinenanlage weist eine Turbomaschinenwelle, einen Verdichter sowie eine Kühlvorrichtung auf. Die Kühlvorrichtung besitzt einen ersten Kanal für einen Lufthauptmassenstrom und einen zweiten Kanal für einen Luftteilmassenstrom. Sie nutzt die durch den Verdichter der Gasturbinenanlage verdichteten Lufthaupt- und Luftteilmassenstrom. Ein Ende des ersten Kanales der Kühlvorrichtung mündet direkt oder indirekt in einen Verdichtungsbereich des Verdichters. Unter Verdichtungsbereich sind insbesondere die jeweiligen Stufen eines Turboverdichters zu verstehen. Der dem Verdichter in Strömungsrichtung nachfolgende Bereich, wie der Austrittsdiffusor, soll erfindungsgemäß aber ebenso zum Verdichtungsbereich zählen.

Um den Wirkungsgrad und die Leistung von Gasturbinen wirksam zu steigern, ist ein Anheben der Turbineneintrittstemperatur das Ziel permanenter Entwicklung. Das hocherhitzte, in die erste Turbinenstufe eintretende Gas, welches aus der Brennkammer ausströmt, greift diese Stufe besonders stark an. Hochwarmfeste metallische Werkstoffe erlauben Eintrittstemperaturen bei stationären Gasturbinenanlagen von etwa 600° C, bei Flugtriebwerken können es auch etwa 900° C sein. Sollen höhere Arbeitstemperaturen gefordert sein, muß zumindest die erste Turbinenstufe gekühlt werden. Dieses ist umso mehr von Nöten, als die Turbinenstufe selbst auch Korrosionsbeanspruchungen aufgrund der Aggressivität und des Sauerstoffgehaltes des heißen Verbrennungsgases sowie der Fliehkraftbeanspruchung des Turbinenläufers unterliegt. Zur Schaufelkühlung der ersten Leit- und Laufschaufeln der Gasturbine ist es daher bekannt, daß nach dem Verdichter aus dem verdichteten

Lufthauptmassenstrom ein Luftteilmassenstrom entnommen und unter Umgehung der Brennkammer direkt Kühlkanälen der Leitschaufeln über das Gehäuse sowie der Laufschaufeln der ersten Reihen durch den Rotor zugeführt wird. Die Schaufeln können dann mittels Konvektionskühlung, Filmkühlung oder auch Transpirationskühlung auf solche Temperaturen abgekühlt werden, die eine ausreichende Lebensdauer der Schaufeln gewährleisten. Der vom Lufthauptmassenstrom abgezweigte Luftteilmassenstrom sorgt natürlich für eine Verschlechterung des Gasturbinenanlagen-Wirkungsgrades. Daher ist die Größe des abgezweigten Luftteilmassenstromes so zu bemessen, daß zum einen eine ausreichende Kühlung und zum anderen aber ebenfalls ein hoher Wirkungsgrad erzielt wird. Dazu ist es ebenfalls notwendig, daß Druckverluste minimiert werden. Ein Druckverlust ergibt sich beispielsweise für den Luftteilmassenstrom, da sich Druckleitungsverluste sowie Druckverluste aufgrund der Kühlführung ergeben. Daher ist es notwendig, diesen Luftteilmassenstrom nach der Kühlung den dann aus der Brennkammer strömenden heißen Arbeitsgasen wieder so zuzuführen, daß der Druck des Luftteilmassenstromes noch durch die Turbine genutzt werden kann. Auch ist es bekannt, daß bei großen stationären Anlagen ein zusätzlicher externer Verdichter vorhanden ist, der den zur Kühlung bestimmten Teilmassenstrom verdichtet, um Druckverluste zu kompensieren. Jedoch benötigt dieser zusätzliche Verdichter ebenfalls Antriebsenergie in Form von elektrischem Strom. Bei der Berechnung eines Wirkungsgrades der Gasturbinenanlage ist dann diese Energie entsprechend zu berücksichtigen. Je größer sie ist, umso geringer wird der Gasturbinenanlagen-Wirkungsgrad.

Die DE 33 10 529 A1 offenbart die Kühlung einer Gasturbine mittels durch einen Zentrifugalkompressor weiter verdichtete Kompressorluft. Der Zentrifugalkompressor wird im wesentlichen durch einen rotierenden Strömungskanal gebildet. Das Konzept der Verdichtung mittels eines Zentrifugalkompressors erfordert erhebliche Radialstrecken, in der die zu verdichtende Luft zu führen ist. Solche Radialstrecken werden für

Rotorscheiben erreicht, die für Strahltriebwerke typisch sind. Auch in der US-PS 3,936,215 wird ein Zentrifugalverdichter eines Triebwerks beschrieben.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Druckverluste aufgrund einer Kühlluftführung in einer Gasturbinenanlage energetisch günstig zu kompensieren.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Kühlung eines Bauteiles einer Gasturbinenanlage mit den Merkmalen des Anspruches 1 sowie mit einer Gasturbinenanlage mit den Merkmalen des Anspruches 7. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Kühlung eines Bauteiles einer Gasturbinenanlage mittels eines Luftteilmassenstromes wird dieser durch einen Verdichter der Gasturbinenanlage zusammen mit dem Lufthauptmassenstrom verdichtet. Danach wird der Luftteilmassenstrom vom Lufthauptmassenstrom abgezweigt und anschließend in einem geschlossenen, räumlich stationären Kanal zu dem zu kühlenden Bauteil geführt. Der Luftteilmassenstrom erfährt unabhängig vom Lufthauptmassenstrom eine zusätzliche Verdichtung, die unter Ausnutzung der Rotationsenergie einer Turbomaschinenwelle der Gasturbinenanlage erfolgt. Da der Kanal räumlich stationär ist, erfolgt diese Ausnutzung nicht als eine Zentrifugalverdichtung. Die zusätzliche Verdichtung mittels der sich ohnehin drehenden Turbomaschinenwelle ist eine energetisch besonders günstige Weise, Druckverluste ausgleichen zu können. Die zur zusätzlichen Verdichtung genutzte Turbomaschinenwelle der Gasturbinenanlage kann die der Turbine, die des Verdichters, der den Lufthauptmassenstrom verdichtet hat, oder beispielsweise bei einer "Split-Shaft"-Anlage auch die Welle des zusätzlich zur Gasturbinenanlage gehörenden Verdichters sein. Da aufgrund der ohnehin wirkenden Massenkräfte der rotierenden Welle eine hohe Energie zur Verfügung steht, ist die Nutzung dieser Ro-

tationsenergie für die zusätzliche Verdichtung des Luftteilmassenstromes auch aufgrund der vorhandenen Energiedichte vorteilhaft.

Die Rotationsenergie der Turbomaschinenwelle ist vielfältig nutzbar. Vorteilhafterweise wird mittels Beschaufelung auf der Turbomaschinenwelle die zusätzliche Verdichtung durchgeführt. Dieses ist insbesondere deswegen vorteilhaft, weil das aus bisher üblichen Beschaufelungen bekannte Wissen auf diese Beschaufelung übertragbar ist. Die Rotationsenergie kann aber auch beispielsweise durch andere geeignete Mittel wie Leitbleche in Druck umgesetzt werden, die benachbart zur Abzweigung des Luftteilmassenstromes vom Lufthauptmassenstrom angeordnet sind. Die Kompensation des Druckverlustes der Kühlluftführung des Luftteilmassenstromes durch geeignete Ausnutzung der Rotationsenergie der Turbomaschinenwelle kann so groß sein, daß der Luftteilmassenstrom auch durch eine Schaufel hindurchgeleitet werden kann. Eine derartige Schaufel ist beispielsweise eine Leit- oder Laufschaufel der ersten Turbineneintrittsstufen. Diese sind so auch mit den bisher bekannten Kühlungsmethoden auf geeignete Temperaturen abkühlbar.

Insbesondere für die Filmkühlung und erst recht für eine Transpirationskühlung ist es notwendig, daß die Kühlluft einen gewissen Reinheitsgrad bezüglich der in der Luft enthaltenen Teilchen aufweist. Dieser Reinheitsgrad der Kühlluft ist zum einen durch Filtereinsätze erzielbar, zum anderen kann man sich bei der Wahl des Ortes der Abzweigung des Luftteilmassenstromes vom Lufthauptmassenstrom eine physikalische Gesetzmäßigkeit zunutze machen: aufgrund der Rotation der Turboverdichterwelle der Gasturbinenanlage werden Teilchen im Strömungskanal entsprechend ihrer größeren Dichte gegenüber der umgebenden Luft nach Außen getragen. Befindet sich daher die Abzweigung für den Luftteilmassenstrom in Wellennähe, wird ein relativ partikelfreier Luftteilmassenstrom entnom-

men, wobei man sich den quasi Selbstreinigungseffekt der Verdichtung zunutze macht.

Ein weiterer Vorteil der Ausnutzung der Rotationsenergie ist es, daß die zusätzliche Verdichtung des Luftteilmassenstromes so erfolgt, daß ein Druckverlust aufgrund der Führung des Luftteilmassenstromes im geschlossenen Kanal mindestens ausgeglichen wird. Der Luftteilmassenstrom wird insbesondere so verdichtet, daß er nicht nur Schaufeln der Turbine kühlen kann, sondern daß Druckverluste ebenfalls kompensiert werden können, die bei Kühlung anderer Bauteile der Gasturbinenanlage auftreten. Dieses ist beispielsweise die Brennkammer. Weiterhin ermöglicht der Ausgleich des Druckverlustes aufgrund der Luftteilmassenführung eine Zuführung des Luftteilmassenstromes nach der erfolgten Kühlung beispielsweise zu der Brennkammer. Dieser selbst wird er gezielt zugeführt. Der Druckverlust ist insbesondere so ausgleichbar, daß der Luftteilmassenstrom bei Eintritt in die Brennkammer zumindest fast den gleichen Druck aufweist, wie der ebenfalls zur Brennkammer geführte Lufthauptmassenstrom nach der Abzweigung. Natürlich kann der Luftteilmassenstrom aber auch bei entsprechender zusätzlicher Verdichtung einen höheren Druck aufweisen.

Bei gezielter Zuführung des Luftteilmassenstromes in die Brennkammer ist in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung eine zusätzliche Verwirbelung der dortigen Gase und eine vorteilhafte Umsetzung zumindest des Luftteilmassenstromes innerhalb der unterschiedlichen Zonen der Brennkammer erzielbar. Beispielsweise wird auf diese Weise eine bessere Homogenisierung von Brennstoff und Luft oder auch von umgesetzten mit noch nicht umgesetzten Gasen erreicht. Weiterhin wird bei gezieltem Einströmen in die Primärzone der Brennkammer die Temperatur abgesenkt, so daß die Bildung von thermischem Stickstoffoxid ebenfalls gesenkt wird. Eine hohe zusätzliche Verdichtung des Luftteilmassenstromes ist jedoch auch für andere Anwendungen nutzbar. Überall dort, wo in der Gasturbi-

nenanlage hohe Luftdrücke benötigt werden, kann ein erfindungsgemäß abgezweigter und zusätzlich verdichteter Luftteilmassenstrom verwendet werden. Dazu wird vorteilhaft der vom Lufthauptmassenstrom abgezweigte Luftteilmassenstrom noch weiter unterteilt.

Weitere Vorteile, Mermale und Eigenschaften der Erfindung werden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in der folgenden Zeichnung näher erläutert. Zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich durch vorteilhafte Kombination von Merkmalen der dargestellten erfindungsgemäßen Vorrichtungen. Es zeigen:

Fig. 1 eine aufgesetzt radiale Verdichterstufe auf einer letzten Verdichterlaufschaufel,

Fig. 2 eine Anordnung von zwei axialen Verdichterstufen auf einer mittleren Hohlwelle,

Fig. 3 eine radiale Verdichterstufe auf der mittleren Hohlwelle,

Fig. 4 eine Turbinenlaufschaufel als Radialverdichter, und

Fig. 5 eine Kombination verschieden Ausgestaltungen der Erfindung mit einer Strömungsführung des Luftteilmassenstromes in einer Gasturbinenanlage.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Gasturbinenanlage, bei dem durch Aufspaltung von verdichteter Luft 1 in einen Lufthauptmassenstrom 2 und einen abgezweigten Luftteilmassenstrom 3 eine zusätzliche Verdichtung des Luftteilmassenstromes 3 ermöglicht wird. Auf der Turbomaschinenwelle 4 bzw. am Gehäuse 5 des Verdichters 6 befindet sich die Beschaufelung 7 des Verdichters 6. Dargestellt sind zwei Leitschaufeln LE sowie eine Laufschaufel LA. In diesen dargestellten Verdichtungsbereich münden ein erster Kanal 8 sowie ein zweiter Ka-

nal 9. In dem ersten Kanal 8 strömt der Lufthauptmassenstrom 2, in dem zweiten Kanal der Luftteilmassenstrom 3. Die beiden Kanäle 8, 9 bilden eine Kühlvorrichtung der Gasturbinenanlage aus, da sie je nach Konstruktion und damit Führung des jeweiligen Luftmassenstromes ein oder mehrere Bauteile der Gasturbinenanlage kühlen können. Der erste Kanal 8 kann mittelbar oder, wie dargestellt, direkt mit seinem einen Ende in den Verdichtungsbereichen des Verdichters 6 münden; ein mittelbares Münden liegt beispielsweise bei einer weitern Ausgestaltung der Anlage vor, bei der das eine Ende des ersten Kanales 8 stromabwärts nach dem in der Figur 1 nicht dargestellten Austrittsdiffusor des Verdichters 6 beginnt. Der zweite Kanal 9 mündet mit einem Ende nun zumindest benachbart zum ersten Kanal 8. Der zweite Kanal 9 ist räumlich feststehend und weist gegenüber dem ersten Kanal 8 erfindungsgemäß einen zusätzlichen Nachverdichter 10 auf, der durch die Turbomaschinenwelle 4 des Verdichters 6 antreibbar ist. Dieser Nachverdichter ist kein Zentrifugalverdichter. Dies würde einen rotierenden Kanal 9 erfordern.

Der Nachverdichter 10 wird in Figur 1 durch Aufsetzen einer radialen Verdichterstufe mit einer radialen Laufschaufel 11 sowie einer radialen Leitschaufel 12 ausgebildet. Die radiale Verdichterstufe weist ein etwas höheres Druckverhältnis gegenüber der axialen Verdichterstufe der Beschaufelung 7 auf. Dadurch können die Druckverluste kompensiert werden, die in dem zweiten Kanal 9 auftreten, beispielsweise durch Kühlung von nicht weiter in Figur 1 dargestellten Hitzeschilden einer Brennkammer der Gasturbinenanlage. In einer bevorzugten Ausgestaltung mündet der zweite Kanal 9 in den Verdichtungsendbereich des Verdichters 6. Der Luftteilmassenstrom 3 weist resultierend im zweiten Kanal 9 einen hohen Druck auf. Unter Verdichtungsendbereich sind im übrigen in Strömungsrichtung der Luft 1 die letzten Schaufelreihen des Verdichters 6 zu verstehen. Insbesondere durch, wie hier dargestellt, Aufsetzen der radialen Verdichterstufen auf die letzte Laufschaufel LA des Verdichters 6 ist der durch den

Nachverdichter 10 zu kompensierende Druckverlust bei späterem Einströmen des Luftteilmassenstromes 3 in die Brennkammer nach erfolgter Kühlung vorteilhafterweise nur von einem schon hohen Druckniveau aus zu erbringen. Die Ausnutzung der Rotationsenergie der Turbomaschinenwelle 4 kann dadurch äußerst gering gehalten werden. Um es nochmals zu verdeutlichen: die Turbomaschinenwelle 4, die den Nachverdichter 10 antreibt, ist Bestandteil der Gasturbinenanlage. Eine Welle eines zusätzlichen externen Verdichters, der allein zur Kompensation der Druckverluste im zweiten Kanal 9 genutzt wird, ist nicht unter der Turbomaschinenwelle 4 zu verstehen. Ein derartiger externer Verdichter ist kein erfindungsgemäßer Nachverdichter 10.

Fig. 2 zeigt eine mittlere Hohlwelle 13. Diese ist zwischen der in Figur 2 nicht dargestellten Gasturbine und dem Verdichter 6 angeordnet, von dem die letzte Leitschaufel LE eingezeichnet ist. Der Luftteilmassenstrom 3 wird durch zwei axiale Verdichterstufen mit jeweils einer Leitschaufel LE und einer Laufschaufel LA als Nachverdichter 10 in dieser weiteren bevorzugten Ausgestaltung im Anschluß an den Verdichter 6 verdichtet. Der zweite Kanal 9 mündet dazu in etwa noch direkt in den Verdichtungsendbereich des Verdichters 6 ein. Er kann jedoch auch mittelbar einmünden, daß heißt, beabstandet von der letzten Schaufel des Verdichters zu sein. Darunter ist zu verstehen, daß die Abzweigung des Luftteilmassenstromes 3 auch nachfolgend vom Verdichter 6 aus dem Lufthauptmassenstrom 2 erfolgen kann. Die dargestellte Anordnung des Nachverdichters 10 wird insbesondere dann verwendet, wenn die erste Leit- und Laufschaufel der Gasturbine mit kleinen Filmkühlbohrungen versehen sind, durch die der Luftteilmassenstrom 3 zur Kühlung ausströmt. Nahe zur Turbomaschinenwelle 4 ist der Anteil an Teilchen innerhalb der Luft 1 geringer gegenüber einem Bereich nahe zum Gehäuse 5 des Verdichters 6. Die Filmkühlbohrungen in den zu kühlenden Schaufeln unterliegen bei Entnahme des Luftteilmassenstromes 3 nahe zur Turbomaschinenwelle 4 nicht der Gefahr, durch die Teilchen zu ver-

stopfen und so die Ausbildung eines Kühlfilmes zu verhindern. Vorteilhafterweise kann der so gewonnene Luftteilmassenstrom 3 einen derartig geringen Teilchenanteil aufweisen, daß eine ansonsten unter Umständen notwendige Ausfilterung der Teilchen durch entsprechende Filtereinsätze entfallen kann. Durch Wegfall derartiger Filtereinsätze ist der über diese auftretende Druckverlust nicht mehr vorhanden und muß nicht kompensiert werden. Die Anordnung des Nachverdichters auf der mittleren Hohlwelle 13 ermöglicht weiterhin, daß die Länge des zweiten Kanales 9 beispielsweise zur Kühlung der Brennkammer der Außenseite durch eine angepaßte Konstruktion klein gehalten werden kann. Dementsprechend ergeben sich auch niedrigere Druckverluste durch die Länge der Leitung des Luftteilmassenstromes 3 im zweiten Kanal 9.

Fig. 3 zeigt als Nachverdichter 10 eine axiale Verdichterstufe auf der mittleren Hohlwelle 13. Die axiale Verdichterstufe aus Laufschaufel LA und Leitschaufel LE ist so angeordnet, daß sich eine kompakte Konstruktion ermöglichen läßt. Weiterhin weist diese radiale Verdichterstufe auch ein etwas anderes Druckverhältnis gegenüber einer Axialbeschaufelung auf. Während die in Fig. 2 dargestellte Anordnung des Nachverdichters 10 insbesondere bei derartigen Gasturbinenanlagen verwendet wird, bei denen mehr länglicher Raum entlang der mittleren Hohlwelle 13 zwischen dem Verdichter 6 und der nachfolgenden Gasturbine zur Verfügung steht, wird die in Fig. 3 dargestellte Anordnung insbesondere dann verwendet, wenn der zur Verfügung stehende Raum benachbart zur mittleren Hohlwelle eher in der Breite vorhanden ist. Die Auswahl der Gestaltung des Nachverdichters 10 hängt natürlich aber ebenfalls von den zu kompensierenden Druckverlusten innerhalb des zweiten Kanales 9 ab. Der Nachverdichter 10 kann eine Radialbeschaufelung und/oder eine Axialbeschaufelung aufweisen. Die entsprechende Druckerhöhung des Nachverdichters 10 ist aber ebenfalls, wie nachfolgend gezeigt wird, durch eine Leitschaufel erzielbar.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausbildung des Nachverdichters 10. Die dargestellte erste Turbinenlaufschaufelreihe wird als Radialverdichter eingesetzt. Durch die hohle Turbinenlaufschaufel LA strömt der Luftteilmassenstrom 3. Der zweite Kanal 9 ist in der hohlen Turbinenlaufschaufel LA gestrichelt mit seinen Leitungszuführungen 14 zu den Filmkühlbohrungen 15 angedeutet. Die Turbinenlaufschaufel LA hat ein Deckband 16, welches zur Ausbildung des zweiten Kanales 9 ebenfalls teilweise hohl ist. Durch Labyrinthdichtungen 17 werden Leckverluste des Luftteilmassenstromes 3 klein gehalten. Je nach Auslegung der Kühlung kann die Laufschaufel LA auch durch Konvektionskühlung allein, d.h. entsprechender Ausgestaltung des zweiten Kanales 9 ausreichend gekühlt werden. Abzuzweigende Massenströme aus dem Luftteilmassenstrom 3 mittels der Leitungsführungen 14 zu den Filmkühlbohrungen 15 sind dann nicht von Nöten. Die Druckerhöhung des Luftteilmassenstromes 3 erfolgt im Leitschaufelkranz, welcher durch die Leitschaufel LE angedeutet wird. Der derartig ausgebildete Nachverdichter 10 ist so auslegbar, daß zumindest eine ausreichende Druckkompensation von Strömungsverlusten vollzogen wird. Die dargestellte konstruktive Lösung, die hohle Laufschaufel LA mit einem Deckband 16 zu versehen und eine Leitschaufel LE nachfolgen zu lassen, ist nicht die einzige Möglichkeit, die Rotationsenergie der Turbinenwelle auszunutzen. Erfindungsgemäß ist vielmehr jede weitere Lösung, die die Rotation der Turbinenlaufschaufel LA zur Beschleunigung des durchströmenden Luftteilmassenstroms 3 ausnutzt.

Die in Fig. 4 dargestellte Lösung weist noch einen weiteren Vorteil auf. Durch das Abkühlen der Laufschaufel LA erwärmt sich der Luftteilmassenstrom 3. Indem der zweite Kanal 9 so ausgelegt ist, daß der Luftteilmassenstrom 3 die Brennkammeraußenwand der Gasturbinenanlage ebenfalls kühlt, erwärmt sich der Luftteilmassenstrom 3 noch weiter. Der so aufgenommene Wärmestrom führt dazu, daß bei Einmündung des zweiten Kanales 9 in die Brennkammer der Wärmestrom durch Einströmen des Luftteilmassenstromes 3 in diese weitergenutzt wird.

Werden für die Brennkammer unterschiedlich temperierte Luftströme benötigt, beispielsweise ein eher kühlender Luftteilmassenstrom 3 in der Primärzone zur Reduzierung der Stickoxide sowie ein eher erwärmter Luftteilmassenstrom 3 zur Mitvermischung mit dem Brennstoff, kann die Gasturbinenanlage auch mehrere zweite Kanäle 9 besitzen. Diese sind jeweils unterschiedlich konstruktiv ausgelegt und geführt und nehmen daher unterschiedliche Wärmeströme bei der Kühlung auf.

Fig. 5 zeigt eine vorteilhafte Kombination verschiedener Nachverdichter 10, die in einer Gasturbinenanlage angeordnet sind. An den Verdichter 6 schließen sich zwei erste Kanäle 8 an. Benachbart zu diesen mündet am Verdichtungsendbereich des Verdichters 6 ein zweiter Kanal 9. Während der Lufthauptmassenstrom 2, aufgeteilt in die beiden ersten Kanäle 8, direkt zu dem nicht dargestellten Brenner geführt werden, wird der Luftteilmassenstrom 3 zuerst mittels des axialen Nachverdichters 10 zusätzlich verdichtet. Anschließend wird der Luftteilmassenstrom 3 in zwei weitere Massenströme 18 und 19 aufgeteilt. Während der Massenstrom 18 dann direkt entlang der Außenwand der Brennkammer 20 zur Kühlung geführt wird, erhält der andere Massenstrom 19 eine weitere zusätzliche Druckkompensation durch die als Nachverdichter 10 ausgebildete Laufschaufel LA der Gasturbine. Auch hier erfolgt die Druckerhöhung durch die nachfolgende Leitschaufel LE. An diese schließt sich eine Trommel 21 an. Diese Trommel 21 dient zum einen als Beruhigungsvolumen für die Strömung. Strömungsverluste aufgrund von Umlenkungen bzw. Turbulenzen werden dadurch minimiert. Zum anderen besitzt die Trommel 21 auch ein gewisses Speichervolumen, aus dem der nachfolgende weitere Teil des zweiten Kanales 9 mit dem Massenstrom 19 gespeist wird. Die erste Leitschaufel LE der Turbine wird ebenfalls durch den aus der Trommel 21 stammenden Massenstrom 19 gekühlt. Der erste Kanal 8 sowie der zweite Kanal 9 sind vorteilhafterweise als geschlossene Kühlkanäle ausgebildet. Wenn hier auch nicht näher dargestellt, kann der erste Kanal 8 konstruktiv so ausgelegt sein, daß auch er einen Teil bei-

spielsweise der Kühlung der Außenwand der Brennkammer 20 übernimmt.

Die Erfindung schafft eine Möglichkeit, auf energetisch günstigem Wege Druckverluste aufgrund von Kühlluftleitungen energetisch vorteilhaft bei einer Gasturbinenanlage zu kompensieren. Die durch unterschiedliche Merkmale gekennzeichneten, jeweils möglichen Varianten einer Ausgestaltung der Erfindung können je nach Gasturbinenanlage entsprechend ausgewählt und auch miteinander kombiniert werden. Ein bevorzugtes Einsatzgebiet der Erfindung sind stationäre Gasturbinenanlagen, bei denen aufgrund der gewünschten langen Betriebszeiträume auch eine dazu erforderliche Kühlung notwendig ist. Bei kleineren Gasturbinenanlagen, insbesondere bei bewegbaren wie Flugzeugtriebwerke, ermöglicht die Erfindung, auf einfache und energetisch günstige Weise einen Luftmassenstrom zur Kühlung zu verdichten und dadurch Druckverluste kompensieren zu können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung eines Bauteiles einer Gasturbinenanlage mittels eines Luftteilmassenstromes (3), der von einem in einem Verdichter (6) verdichteten Lufthauptmassenstrom (2) abgezweigt wird, wobei der Luftteilmassenstrom (3) in einem geschlossenen, räumlich feststehenden Kanal (9) zu dem zu kühlenden Bauteil geführt wird, wobei der Luftteilmassenstrom (3) unabhängig vom Lufthauptmassenstrom (2) eine zusätzliche Verdichtung erfährt, die unter Ausnutzung der Rotationsenergie einer Turbomaschinenwelle (4) der Gasturbinenanlage erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die zusätzliche Verdichtung mittels Beschaufelung (7) auf der Turbomaschinenwelle (4) erfolgt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Luftteilmassenstrom (3) durch eine Schaufel (LA, LE) hindurchdurchgeleitet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Luftteilmassenstrom (3) gefiltert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Verdichtung so erfolgt, daß zumindest ein Druckverlust aufgrund der Führung des Luftteilmassenstromes (3) im geschlossenen Kanal (9) mindestens ausgeglichen wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Luftteilmassenstrom (3) nach der Kühlung des Bauteiles einer

Brennkammmer (20) der Gasturbinenanlage gezielt zugeführt wird.

7. Gasturbinenanlage mit einer Turbomaschinenwelle (4) und einem Verdichter (6) sowie einer Kühlvorrichtung, die einen ersten Kanal (8) für einen Lufthauptmassenstrom (2) und einen zweiten Kanal (9) für einen Luftteilmassenstrom (3) aufweist, wobei die Kühlvorrichtung die durch den Verdichter (6) der Gasturbinenanlage verdichteten Lufthaupt- (2) und Luftteilmassenstrom (3) nutzt, und ein Ende des ersten Kanales (8) mittelbar oder direkt in einen Verdichtungsbereich des Verdichters (6) mündet,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß ein Ende des zweiten Kanales (9) zumindest benachbart zum ersten Kanal (8) mittelbar oder direkt in den Verdichtungsbereich mündet und der zweite Kanal (9) gegenüber dem ersten Kanal (8) einen zusätzlichen Nachverdichter (10) aufweist, der durch die Turbomaschinenwelle (4) antreibbar ist.

8. Gasturbinenanlage nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der zweite Kanal (9) in den Verdichtungsendbereich des Verdichters (6) mündet.

9. Gasturbinenanlage nach Anspruch 7 oder 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Nachverdichter (10) eine Schaufelreihe (7, LA, LE) ist.

10. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Nachverdichter (10) eine Radialbeschaufelung (7, 11, 12) ist.

11. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Nachverdichter (10) eine Turbinen- (LA, LE) und/oder Verdichterschaufelreihe (LA, LE) ist.

12. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Nachverdichter (10) eine Radialstufe (11, 12) hat, die auf eine Axialstufe (LA) aufgesetzt ist.

13. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Nachverdichter (10) eine Leitschaufel (LE) ist.

14. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschaufelung (7) auf einem Bereich (13) der Turbomaschinenwelle (4) sitzt, die zwischen dem Verdichter (6) und der Gasturbine liegt.

15. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schaufel (LA, LE) des Nachverdichters (10) hohl ist und eine Zuführung für den Kühlmassenteilstrom hat.

16. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schaufel (LA, LE) des Nachverdichters (10) eine Laufschaufel (LA) mit einer Dichteinrichtung (16) ist, wobei zur Führung des Luftteilmassenstromes die Laufschaufel (LA) innen hohl ist und durch die Dichteinrichtung (16) ein Kanal (9) führt.

17. Gasturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Kanal (8) und/oder der zweite Kanal (9) ein geschlossener Kühlkanal ist.

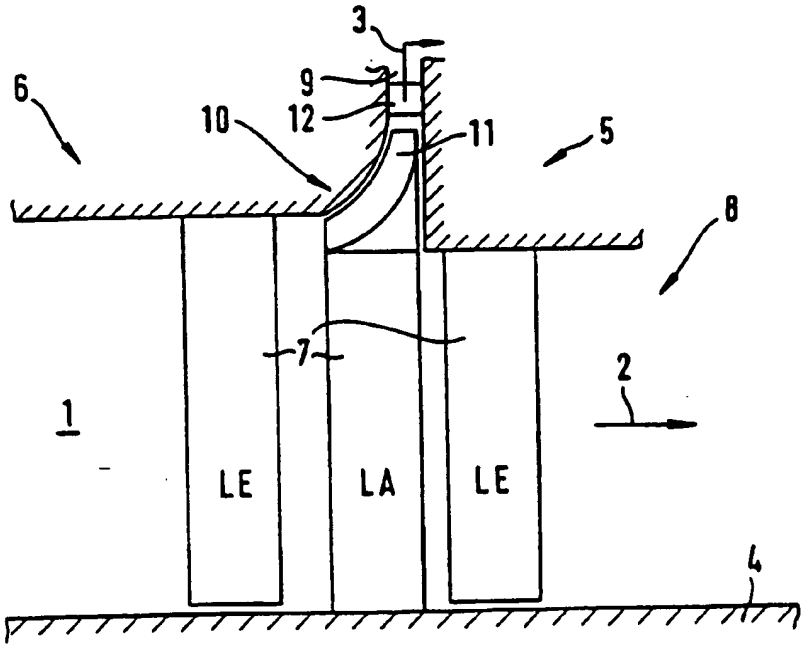


FIG 1

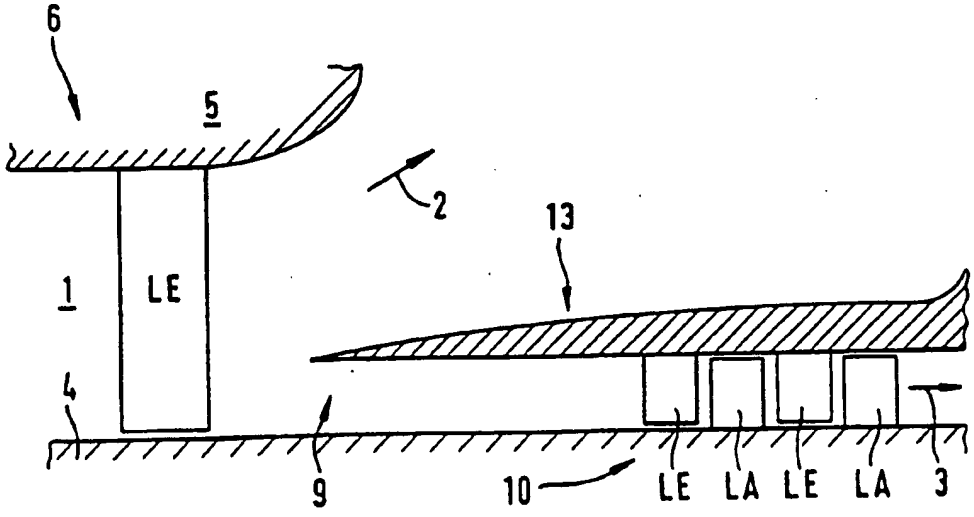


FIG 2

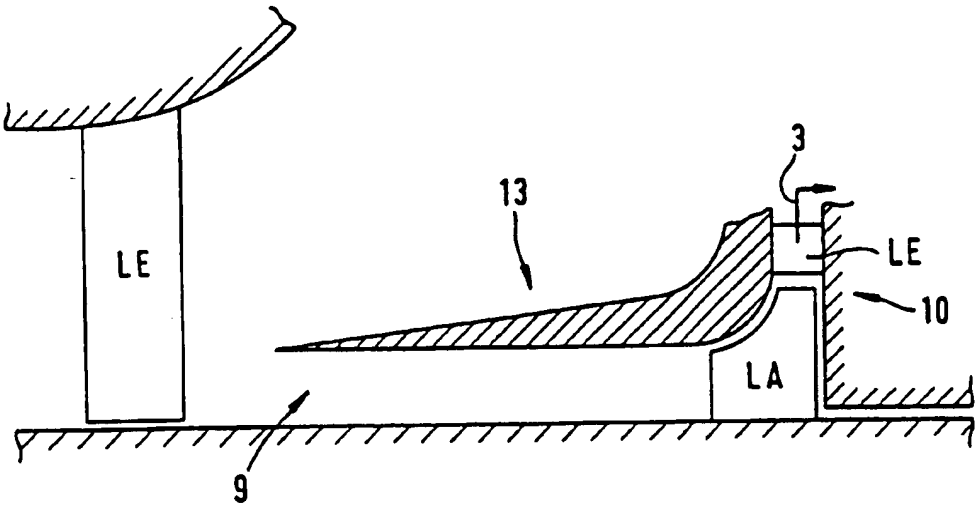


FIG 3

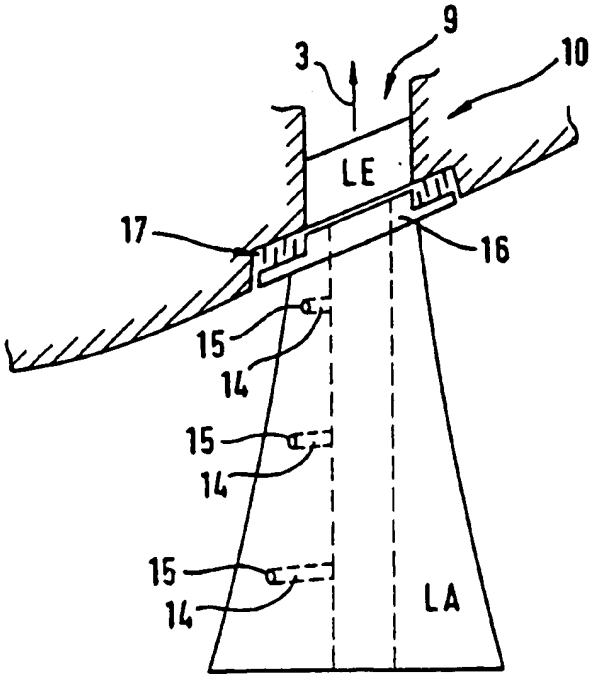


FIG 4

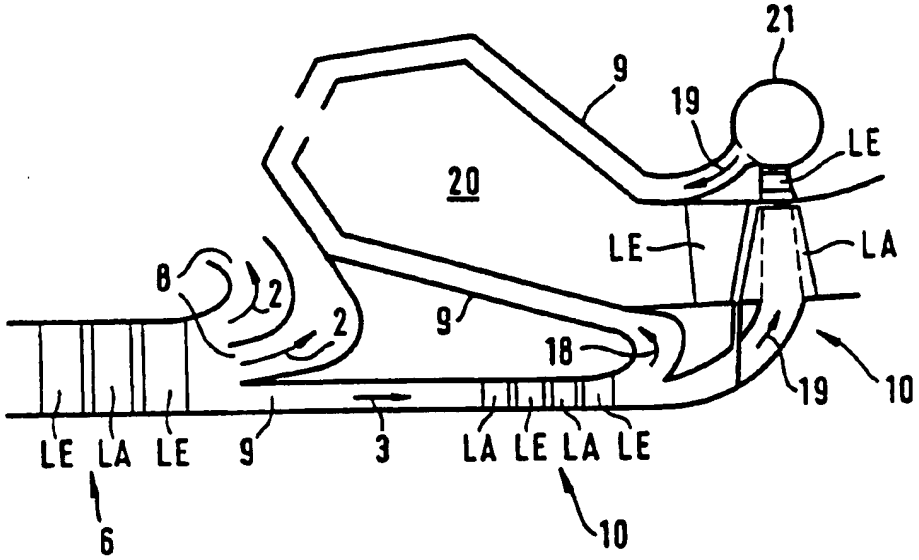


FIG 5.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. .onal Application No
PCT/DE 97/02059

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F01D5/08 F02C7/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 F01D F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 901 520 A (KOZAK ANDREW ET AL) 20 February 1990 see column 4, line 16 - column 5, line 22 see column 6, line 1 - line 28 ---	1-5, 7-11, 14, 17
X	EP 0 435 770 A (SNECMA) 3 July 1991 see column 2, line 12 - line 30; figure 1 see column 4, line 8 - column 5, line 40; claims 1-7; figure 1 ---	1-3, 5, 7-11, 14, 17
X	GB 655 304 A (POWER JETS) 15 October 1948 see page 2, line 90 - page 3, line 19; figure 1 --- -/--	1, 2, 5-11, 14

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 January 1998	06/02/1998

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Iverus, D

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 97/02059

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 236 869 A (LAURELLO VINCENT P) 2 December 1980 see abstract; figures 1-4	1-3,7,10
A	DE 35 12 714 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 9 October 1986 see abstract; figure 1	1,2,7,12
A	US 2 783 965 A (BIRMAN) 5 March 1957	
A	DE 918 667 C (SCHÖRNER) 30 September 1954	
A	DE 909 059 C (MÜLLER) 12 April 1954	
A	WO 92 08044 A (TRANSALTA RESOURCES INVESTMENT) 14 May 1992	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte. onal Application No
PCT/DE 97/02059

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4901520 A	20-02-90	NONE	
EP 0435770 A	03-07-91	FR 2656657 A	05-07-91
		DE 69003371 D	21-10-93
		DE 69003371 T	03-02-94
		JP 2559297 B	04-12-96
		JP 4209934 A	31-07-92
		US 5163285 A	17-11-92
GB 655304 A		NL 72348 C	
US 4236869 A	02-12-80	NONE	
DE 3512714 A	09-10-86	NONE	
US 2783965 A	05-03-57	NONE	
DE 918667 C		NONE	
DE 909059 C		NONE	
WO 9208044 A	14-05-92	AU 8856291 A	26-05-92

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. .onales Aktenzeichen
PCT/DE 97/02059

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 F01D5/08 F02C7/18

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 F01D F02C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 901 520 A (KOZAK ANDREW ET AL) 20.Februar 1990 siehe Spalte 4, Zeile 16 - Spalte 5, Zeile 22 siehe Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 28 ---	1-5, 7-11,14, 17
X	EP 0 435 770 A (SNECMA) 3.Juli 1991 siehe Spalte 2, Zeile 12 - Zeile 30; Abbildung 1 siehe Spalte 4, Zeile 8 - Spalte 5, Zeile 40; Ansprüche 1-7; Abbildung 1 --- -/--	1-3,5, 7-11,14, 17

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30.Januar 1998	06/02/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Iverus, D

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 97/02059

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 655 304 A (POWER JETS) 15.Oktober 1948 siehe Seite 2, Zeile 90 - Seite 3, Zeile 19; Abbildung 1	1,2, 5-11,14
A	US 4 236 869 A (LAURELLO VINCENT P) 2.Dezember 1980 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-4	1-3,7,10
A	DE 35 12 714 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 9.Oktober 1986 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1	1,2,7,12
A	US 2 783 965 A (BIRMAN) 5.März 1957	
A	DE 918 667 C (SCHÖRNER) 30.September 1954	
A	DE 909 059 C (MÜLLER) 12.April 1954	
A	WO 92 08044 A (TRANSALTA RESOURCES INVESTMENT) 14.Mai 1992	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter. .nales Aktenzeichen
PCT/DE 97/02059

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4901520 A	20-02-90	KEINE	
EP 0435770 A	03-07-91	FR 2656657 A	05-07-91
		DE 69003371 D	21-10-93
		DE 69003371 T	03-02-94
		JP 2559297 B	04-12-96
		JP 4209934 A	31-07-92
		US 5163285 A	17-11-92
GB 655304 A		NL 72348 C	
US 4236869 A	02-12-80	KEINE	
DE 3512714 A	09-10-86	KEINE	
US 2783965 A	05-03-57	KEINE	
DE 918667 C		KEINE	
DE 909059 C		KEINE	
WO 9208044 A	14-05-92	AU 8856291 A	26-05-92

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.